



NR 672378

日本国特許庁

PATENT OFFICE
JAPANESE GOVERNMENT

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日
Date of Application:

1995年 9月29日

出願番号
Application Number:

平成 7年特許願第252769号

出願人
Applicant(s):

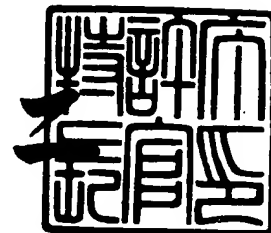
宇部興産株式会社

CERTIFIED COPY OF
PRIORITY DOCUMENT

1996年 2月 9日

特許庁長官
Commissioner,
Patent Office

清川 佑



【書類名】 特許願

【整理番号】 KT-P950917

【提出日】 平成 7年 9月29日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 B22D 17/00
B22D 21/04

【発明の名称】 半溶融金属の成形方法

【請求項の数】 8

【発明者】

【住所又は居所】 山口県宇部市大字小串字沖の山1980番地
宇部興産株式会社 宇部機械・エンジニ
アリング 事業所内

【氏名】 佐々木 寛人

【発明者】

【住所又は居所】 山口県宇部市大字小串字沖の山1980番地
宇部興産株式会社 宇部機械・エンジニ
アリング 事業所内

【氏名】 原田 康則

【発明者】

【住所又は居所】 山口県宇部市大字小串字沖の山1980番地
宇部興産株式会社 宇部機械・エンジニ
アリング 事業所内

【氏名】 安達 充

【発明者】

【住所又は居所】 山口県宇部市大字小串字沖の山1980番地
宇部興産株式会社 宇部機械・エンジニ
アリング 事業所内

【氏名】 阪本 達雄

【特許出願人】

【識別番号】 000000206

【氏名又は名称】 宇部興産株式会社

【代表者】 長廣 真臣

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 012254

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 半熔融金属の成形方法

【特許請求の範囲】

【請求項1】 結晶核を有する液相線温度以上の液体状態の合金、または結晶核を有する成形温度以上の固液共存状態の合金を、内部あるいは外部から加熱または冷却できる熱伝導率（室温）が $1.0 \text{ kcal/mhr}^\circ\text{C}$ 以上の容器に注湯し、成形に適した固相率を示す温度まで冷却する過程において、固相率が40%未満の所定の固相率までは該容器の温度を液相線温度以下 100°C 未満とし（状態A）、該所定の固相率以上の固相率では該容器の温度を状態Aにおける最終温度より低くすることによって、該容器内部の該合金を急速に冷却し（状態B）、非デンドライト状の微細な初晶を該合金液中に晶出させ、該合金を成形用金型に供給して加圧成形することを特徴とする半熔融金属の成形方法。

【請求項2】 結晶核の生成方法は、液相線温度に対して加熱度を 300°C 未満に保持された合金溶湯を該合金の融点よりも低い温度の治具の表面に接触させることとする請求項1記載の半熔融金属の成形方法。

【請求項3】 溶湯に接触させる治具は、金属製治具または非金属製治具、あるいは半導体を含む非金属材料を複合させた金属製治具とし、かつ該治具の内部あるいは外部から該治具を冷却することができるようにした請求項2記載の半熔融金属の成形方法。

【請求項4】 結晶核の生成を、治具または容器のいずれかもしくは両方に接触する合金溶湯に振動を与えることとする請求項1記載または請求項2記載の半熔融金属の成形方法。

【請求項5】 液相線温度に対する加熱度は 100°C 未満に保持した合金溶湯を、治具を使用することなく直接、断熱容器に注ぐ請求項1記載の半熔融金属の成形方法。

【請求項6】 固液共存状態の合金を保持する容器の加熱を、該容器の外部あるいは内部に配したヒータにより行ない、冷却を該容器の外部を水冷、または空冷あるいは炉冷のいずれか、もしくは該容器内部に配した水冷管により行なうものとする請求項1記載の半熔融金属の成形方法。

【請求項7】 固液共存状態の合金を保持する容器をその内部に熱媒体を封入できる2重構造に形成し、該容器の加熱を該容器の外部あるいは内部に配したヒータにより行ない、冷却を該容器の外部を水冷または空冷のいずれか、もしくは該容器内部に配した水冷管により行なうものとする請求項1記載の半熔融金属の成形方法。

【請求項8】 注湯直後の溶湯を保持する容器は、金属製容器または非金属製容器あるいは半導体を含む非金属材料を表面に塗布した金属製容器、もしくは半導体を含む非金属材料を複合させた金属製容器とする請求項1記載または請求項5ないし請求項7記載の半熔融金属の成形方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は半熔融金属の成形法に係り、特に、結晶核を有する液相線温度以上の液体状態の合金、または、結晶核を有する成形温度以上の固液共存状態の合金を、内部あるいは外部から加熱または冷却できる熱伝導率（室温）が $1.0 \text{ kcal/mhr}^\circ\text{C}$ 以上の容器に注湯し、成形に適した固相率を示す温度まで冷却する過程において、固相率が40%未満の所定の固相率までは該容器の温度を液相線温度以下 100°C 未満とし（状態A）、該所定の固相率以上の固相率では該容器の温度を状態Aにおける最終温度より低くすることによって、該容器内部の該合金を急速に冷却し（状態B）、非デンドライト状の微細な初晶を該合金液中に晶出させてから加圧成形する半熔融金属の成形方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

チクソキャスト法は、従来の鋳造法に比べて鋳造欠陥や偏析が少なく、金属組織が均一で、金型寿命が長いことや成形サイクルが短いなどの利点があり、最近注目されている技術である。この成形法（A）において使用されるピレットは、半熔融温度領域で機械攪拌や電磁攪拌を実施するか、あるいは加工後の再結晶を利用することによって得られた球状化組織を特徴とするものである。これに対して、従来鋳造法による素材を用いて半熔融成形する方法も知られている。これは

、たとえば、等軸晶組織を発生しやすいマグネシウム合金においてさらに微細な結晶を生じせしめるためにZrを添加する方法（B）や炭素系微細化剤を使用する方法（C）であり、またアルミニウム合金において微細化剤としてAl-5%Ti-1%B母合金を従来の2倍～10倍程度添加する方法（D）であり、これらの方法により得られた素材を半熔融温度域に加熱し初晶を球状化させ成形する方法である。また、固溶限以内の合金に対して、固相線近くの温度まで比較的急速に加熱した後、素材全体の温度を均一にし局部的な溶融を防ぐために、固相線を超えて材料が柔らかくなる適当な温度まで緩やかに加熱して成形する方法（E）が知られている。

また、固相線が70～80%の半熔融金属をコンテナに挿入し、押出成形すること（F）が知られている。

一方、ピレットを半熔融温度領域まで昇温し成形する方法と異なり、球状の初晶を含む融液を連続的に生成し、ピレットとして一旦固化することなく、そのまま成形するレオキャスト法（G）が知られている。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、上述した（A）の方法は攪拌法や再結晶を利用する方法のいずれの場合も煩雑であり、製造コストが高くなる難点がある。また、マグネシウム合金においては（B）の場合には、Zrが高くコスト的に問題であり、（C）の方法では、炭化物系微細化剤を使用してその微細化効果を十分に発揮させるためには、酸化防止元素であるBeを、たとえば、7ppm程度に低く管理する必要があり、成形直前の加熱処理時に酸化燃焼しやすく、作業上不都合である。一方、アルミニウム合金においては、単に微細化剤を添加するだけでは500 μ m程度であり、100 μ m以下の微細な結晶粒の組織を得ることは容易ではない。このため、多量に微細化剤を添加する方法（D）があるが、微細化剤が炉底に沈降しやすく工業的には難しく、かつコストも高い。さらに（E）の方法では、固相線を超えてから緩やかに加熱して素材の均一加熱と球状化を図ることを特徴とするチクソ成形法が提案されているが、通常のデンドライト組織を加熱してもチクソ組織（初晶デンドライトが球状化されている）には変化しない。

しかも（A）～（E）のいずれのチクソ成形法においても半熔融成形するために、一旦液相を固化しそのピレットを再度半熔融温度領域まで昇温する必要がある、従来鑄造法に比べてコスト高になる。また、（F）の方法では、半熔融成形できるものの、一般的にはデンドライト組織を有する金属であるために、成形時に液相と固相が分離し不均一な組織が生成される。また、球状組織を有するチクソピレットを加熱した場合では一般的には容器がないために成形温度が低く、高い加圧力、高い押し出し速度が必要である。（G）の方法では、球状の初晶を含む融液を連続的に生成供給するため、コスト的、エネルギー的にもチクソキャストよりも有利であるが、球状組織と液相からなる金属原料を製造する機械と最終製品を製造する鑄造機との設備的連動が煩雑である。

本発明は、上述の従来の各方法の問題点に着目し、ピレットを使用することなく、しかも、煩雑な方法をとることなく、簡便容易に、所定の固相率を示す成形温度まで短時間で冷却保持されたにもかかわらず、非デンドライト状の微細な初晶を有する半熔融金属を得て、加圧成形することを目的とするものである。

【0004】

【課題を解決するための手段】

このような課題を解決するために、本発明においては、第1の発明では、結晶核を有する液相線温度以上の液体状態の合金、または結晶核を有する成形温度以上の固液共存状態の合金を、内部あるいは外部から加熱または冷却できる熱伝導率（室温）が $1.0 \text{ kcal/mhr}^\circ\text{C}$ 以上の容器に注湯し、成形に適した固相率を示す温度まで冷却する過程において、固相率が40%未満の所定の固相率までは該容器の温度を液相線温度以下 100°C 未満とし（状態A）、該所定の固相率以上の固相率では該容器の温度を状態Aにおける最終温度より低くすることによって、該容器内部の該合金を急速に冷却し（状態B）、非デンドライト状の初晶を該合金液中に晶出させ、該合金を成形用金型に供給して加圧成形することとした。

また、第2の発明では、第1の発明における結晶核の生成方法を、液相線温度に対して加熱度を 300°C 未満に保持された合金溶湯を該合金の融点よりも低い温度の治具の表面に接触させることとした。

さらに、第3の発明では、第2の発明の治具を金属製治具または非金属製治具、あるいは半導体を含む非金属材料を複合させた金属製治具とし、かつ該治具の内部あるいは外部から該治具を冷却することができるようにした。

また、第4の発明では、結晶核の生成を、治具または容器のいずれかもしくは両方に接触する合金溶湯に振動を与えることとした。

第5の発明では、第1の発明の容器の加熱を、該容器の外部あるいは内部に配したヒータにより行ない、冷却を該容器の外部を水冷、空冷あるいは炉冷のいずれかもしくは該容器内部に配した水冷管により行うものとした。

さらに、第6の発明では、注湯直後の溶湯を保持する容器をその内部に熱媒体を封入できる2重構造に形成し、該容器の加熱を該容器の外部あるいは内部に配したヒータにより行ない、冷却を該容器の外部を水冷または空冷のいずれかもしくは該容器内部に配した水冷管により行なうこととした。

また、第7の発明では、第1発明における容器を、金属製容器または非金属製容器あるいは半導体を含む非金属材料を複合させた金属製容器とした。

さらに、第8の発明では、第1、第5、第6、第7の発明における、注湯直後の溶湯を保持する容器は、金属製容器または非金属製容器あるいは半導体を含む非金属材料を表面に塗布した金属製容器、もしくは半導体を含む非金属材料を複合させた金属製容器とした。

【0005】

【発明の実施の形態】

結晶核を有する液相線温度以上の液体状態の合金や結晶核を有する成形温度以上の固液共存状態の合金を、たとえば、アルミニウム合金溶湯、マグネシウム合金溶湯を内部あるいは外部から加熱または冷却できる熱伝導率（室温）が $1.0 \text{ kcal/mhr}^{\circ}\text{C}$ 以上の容器に注湯し、成形に適した固相率を示す温度まで冷却する過程において、固相率が40%未満の所定の固相率までは該容器の温度を液相線温度以下 100°C 未満とし（状態A）、該所定の固相率以上の固相率では該容器の温度を状態Aにおける最終温度より低くすることによって、該容器内部の該合金を急速に冷却し（状態B）、非デンドライト状の微細な初晶を該合金液中に晶出させ、該合金を成形用金型に供給して加圧成形することにより、安定し

た機械的性質を保有する優れた成形体を得られる。

【0006】

【実施例】

以下図面に基づいて本発明の実施例について説明する。図1～図8は本発明の実施例に係り、図1は最大固溶限以上の組成の亜共晶アルミニウム合金の半熔融金属の成形方法を示す工程説明図、図2は最大固溶限内組成のマグネシウム合金あるいはアルミニウム合金の半熔融金属の成形方法を示す工程図、図3は球状初晶の生成から成形までの工程説明図、図4は図3に示した工程〔3〕および〔4〕における容器の温度変化および半熔融金属の固相率変化の模式図、図5は図3に示した各工程の金属組織模式図、図6は代表的なアルミニウム合金であるAl-Si系合金の平衡状態図、図7は代表的なマグネシウム合金であるMg-Al系合金の平衡状態図、図8は本発明例の成形品の金属組織を示す顕微鏡写真の模写図である。なお、図9は比較例の成形品の金属組織を示す顕微鏡写真の模写図である。

【0007】

本発明においては、図1、図2、図3、図6、図7に示すように、まず、

(1) 液相線温度に対して過熱度を300℃未満に保持した最大固溶限以上の組成の亜共晶アルミニウム合金あるいは最大固溶限内組成のマグネシウム合金またはアルミニウム合金の溶湯を、該合金の融点よりも低い温度の治具20の表面に接触させるか、あるいは、

(2) 液相線温度に対する過熱度は100℃未満に保持した結晶核の生成を促す元素を含むアルミニウム合金、マグネシウム合金の溶湯を、治具20を使用せずに直接、

内部あるいは外部から加熱かつ冷却できる熱伝導率(室温)が $1.0 \text{ kcal/mhr}^\circ\text{C}$ 以上の容器に注湯し、成形に適した固相率を示す温度まで冷却する過程において、固相率が40%未満の所定の固相率までは該容器の温度を液相線温度以下100℃未満とし(状態A)、該所定の固相率以上の固相率では該容器の温度を状態Aにおける最終温度より低くすることによって、該容器内部の該合金を急速に冷却し(状態B)、非デンドライト状の微細な初晶を該合金液中に晶出

させ、該合金を成形用金型に供給して加圧成形する。

【0008】

状態Aとは、注湯直後の容器30内壁面に接する溶湯Mよりデンドライト状初晶が発生せず、かつ、微細な球状の初晶が該合金M全体に均一に生成されるような状態を意味し、その手段として、本発明では、固相率が40%未満の所定の固相率までは該容器の温度を液相線温度以下100℃未満とした。

一方、状態Bとは、状態Aの後に溶湯Mの初晶のサイズを成長させるとともに、成形に適した固相率に移行させた状態を意味し、その手段として、本発明では、容器30の温度を状態Aの最終温度よりも低くして該容器30内部の該合金Mを急速に冷却するようにした。

【0009】

上述の「40%未満の所定の固相率」とは、容器の温度を状態Aの最終温度よりも低くしても容器壁面に接する溶湯よりデンドライト状初晶の発生の起こらない固相率を意味しており、その値は合金の種類によって異なる。

また、「成形に適した固相率」とは、加圧成形に適する固相の量比を意味し、ダイカスト鑄造、スクイズ鑄造などの高圧鑄造では固相率は10%～80%、好ましくは30%～70%（70%以上では素材の成形性が劣り、30%以下では素材が軟らかいためハンドリングが難しいばかりでなく、均一な組織が得にくくなる）とし、押出法や鍛造法では、30%～99.9%、好ましくは50%～99.9%（50%以下では組織の不均一が生じる惧れがある）とする。

【0010】

また、本発明で言う容器とは、金属性容器または非金属性容器とするか、あるいは半導体を含む非金属材料を表面に塗布した金属製容器、もしくは半導体を含む非金属材料を複合させた金属製容器とする。非金属材料を金属製容器の表面に塗布するのはメタルの付着防止に効果的である。また、容器を加熱する手段として、該容器の内部あるいは外部をヒータで加熱する以外に、導電性の容器を用いた場合は高周波による誘導加熱も含むものとする。

容器の内部に封入される媒体は一旦加熱されれば冷えにくく、また、冷却する場合は容器外部から容易に冷やすことが可能なものであればよく、例えば、Na

NO_2 、 KNO_2 などの低融点の溶融塩などがある。

【0011】

具体的には以下のとおりの手順により作業を進める。図3および図5の工程[1]においてラドル10内に入れられた完全液体である金属Mを工程[2]において、(a)冷却用治具20を用いて低温溶湯（必要に応じて結晶核生成を促進する元素も添加）から結晶核を発生させ、工程[3]（詳しくは工程[3]-o）においてあらかじめ液相線温度以下100℃未満、好ましくは50℃未満に保持された容器30に注ぐ、または、(b)微細組織生成促進元素を含む融点直上の低温溶湯を直接、工程[3]-oにおいてあらかじめ液相線温度以下100℃未満、好ましくは50℃未満に保持された容器30に注ぐ、のいずれかの方法により多数の結晶核を含む液相線直下の合金を得る。

【0012】

次に工程[3]において、該合金を半溶融状態で保持し、導入された結晶核から微細な粒状（非デンドライト状）の初晶を生成させる。このとき、該容器30の温度を該合金の固相率が40%未満の所定の固相率までは液相線以下100℃未満、好ましくは50℃未満に保持し（状態A）（[3]-a）、それ以上の固相率では容器30の温度を状態Aにおける最終温度より低くすることによって、容器30内部の合金Mを急速に冷却し（状態B）、融体の温度低下に伴う固相率の増加につれて球状の初晶として成長する（[3]-b）。

このようにして、得られた所定の固相率を有する金属Mを、例えば、工程[4]のようにダイキャストの射出スリーブ70に挿入した後、ダイキャストマシンの金型キャビティ80a内で加圧成形して成形品を得る。

【0013】

図1、図2、図3、図4および図5に示す本発明と従来のチクソキャスト法、レオキャスト法、の違いは図より明らかである。すなわち、本発明では従来法のように、半溶融温度領域で晶出したデンドライト状の初晶を機械攪拌や電磁攪拌で強制的に破碎球状化することではなく、半溶融温度領域での温度低下とともに液中に導入された結晶核を起点として晶出、成長する多数の初晶が連続的に球状化されるものであり、また、チクソキャスト法におけるピレットの再昇温による半溶

融化の工程が省かれているため極めて簡便な方法である。

【0014】

上述した各工程、すなわち、図1に示す冷却用治具20への注湯工程、初晶の生成、球状工程、成形工程のそれぞれにおいて設定された鑄造条件、球状化条件および成形条件や第2の発明、第5の発明で示した数値限定理由について以下に説明する。

【0015】

鑄造温度が融点に対して300℃以上高ければ、あるいは治具20の表面温度が融点以上の場合では、

- (1) 結晶の核発生が少なく、しかも、
- (2) 容器に注がれた時の溶湯Mの温度が液相線よりも高いために残存する結晶核の割合も少なく、初晶のサイズが大きくなる。

このため、鑄造温度は液相線に対する過熱度が300℃未満とし、治具の表面温度は、合金の融点よりも低くする。なお、液相線に対する過熱度を100℃未満とすることにより、さらに好ましくは50℃以下にすることにより、また、治具20の温度を合金Mの融点よりも50℃以上低くすることにより、より微細な初晶サイズとすることができる。治具20に溶湯Mを接触させる方法としては、治具の表面を溶湯Mを移動させる場合（傾斜した治具20へ溶湯を流す）と溶湯中を治具20が移動する場合の2種類がある、なお、ここで言う治具とは、溶湯が流下する際に冷却作用を溶湯に与えるものを言うが、これに代えて、例えば給湯機の筒状のパイプを使用してもよい。

【0016】

容器30は液相線直下に低下した溶湯を所定の固相率まで冷却保持するために用いるものであるが、容器30の熱伝導率（室温）が $1.0 \text{ kcal/mhr}^\circ\text{C}$ 未満の場合は、断熱性が大きすぎるため、溶湯量が多い条件では（例えば、数kg以上）、特に容器30に注がれた溶湯Mが所定の固相率を示す温度まで冷却保持される時間が長くなり、能率が悪く、かつ、生成した球状初晶や共晶組織も粗くなり成形性や機械的性質が低下する。また、容器30の温度が液相線温度以上の場合、該容器に注がれた時の溶湯Mの温度が液相線よりも高いために残存す

る結晶核の割合も少なく、初晶のサイズが大きくなる。

【0017】

一方、溶湯Mの固相率が40%未満の所定の固相率を示すまで冷却される際に、容器30の温度が液相線温度以下100℃以下の場合は該容器に溶湯Mが接する部位よりデンドライト状の初晶が発生し、また、容器内の金属の温度分布も不均一になる。また、容器30の温度を溶湯Mの固相率が40%をこえる状態においても液相線温度以下100℃未満に保持する場合、保持時間が長くなり能率が悪く、かつ、生成した球状初晶や共晶組織が粗くなり成形性や機械的性質が低下する。なお、容器30の温度は溶湯保持の際に一定値に限定されるものではなく、必要に応じて加熱および冷却するものとする。容器30は熱伝導率以外は特に限定されるものではなく、溶湯との濡れ性が悪いものが好ましい。また、通気性のあるセラミック容器を容器30として使用する場合あるいは長時間保持される場合、マグネシウム合金およびアルミニウム合金は酸化しやすいため、容器外部を所定の雰囲気（不活性雰囲気、減圧雰囲気など）にすることが好ましい。また金属性容器を使用する場合においても、マグネシウム合金は酸化しやすいので不活性雰囲気やCO₂雰囲気にすることが望ましい。また、酸化防止を図るために予め金属溶湯にマグネシウム合金ではBe、Ca、アルミニウム合金ではBeを添加することが望ましい。なお、容器30の形状は筒状に限定されるものではなく、その後の成形法に適した形状が可能である。なお、高圧鋳造では成形直前の固相率が80%以上であれば成形時の変形抵抗が高く良好な品質の成形品を得ることができない。また10%以内では均一な組織を有する成形品を得ることができない。このため、前述したとおり成形時の固相率は10%~80%とすることが望ましい。

【0018】

さらに、実質の固相率を30%~70%にすることにより、さらに均質でかつ高品質の成形材を容易に加圧成形できる。また、共晶組成に近いAl-Si系合金を成形する場合は、容器内において共晶Siが発生させ、固相率を20%以上にさせる必要がある。その場合、共晶Siの改良元素であるNaやSrなどを添加することは、共晶Siを微細化し延性を向上させるのに好都合である。加圧成

形する手段としては、スクイズ鑄造法やダイキャスト鑄造法などに代表される高圧鑄造法に限定されるものではなく、押出法、鍛造法など種々の加圧成形法も含まれる。

【0019】

溶湯Mを接触させる治具20は、溶湯の温度を低下させることができるものであれば、その材質を限定するものではないが、特に熱伝導率の高い銅、銅合金、アルミニウム合金などの金属で、しかも一定の温度以下に維持できるように冷却管理された治具20は結晶核を多く生成するので好ましい。なお、溶湯Mが治具20に接触した時に固体状に金属が治具20に付着するのを防ぐために非金属材料を塗布するのは効果的である。塗布する方法としては、機械的、化学的あるいは物理的方法のいずれでも構わない。

なお、治具20を用いずに微細球状の初晶を得る場合、液相線に対する加熱度を100℃未満にするのは、容器30に注いだ合金を、結晶核を有する液体状態、または結晶核を有する成形温度以上の固液共存状態にするためである。注がれた容器30内の溶湯温度が高ければ、所定の固相率まで温度が低下するために時間がかかりすぎ能率が悪い。また注がれた溶湯Mの湯面が酸化されたり、あるいは燃焼したりするために不都合である。

表1に成形前の半熔融金属の条件および成形材の品質を示す。成形は図3に示すように半熔融金属をスリーブに挿入し、その後スクイズ鑄造機を用いて行なった。成形条件は、加圧力950kgf/cm²、射出速度1.5m/s、製品キャビティ形状100×150×10mm、金型温度230℃とした。

【0020】

【表1】

| No | 合 金 | 成形前の半溶融金属の条件 | | | | | | | | | | 成 形 品 の 品 質 | | | | 備 考 |
|----|---------------------------|------------------|-----------------|------------------------|---------------------------------|------------------|------------------|-------------------------|----------|-------------------|-----------------------|-------------|---|---|-------------------|-----|
| | | 鋳造 温度 (kg) | 冷却治 具の有 無 | 冷却治 具の温 度 (℃) | 保持容器の 熱 伝 導 率 (kcal/mhr℃) | 保持容器の温度(℃) | | 成形直 前の固 相率 (%) | 内部 偏析 | 初晶 サイズ (μm) | 不定形共晶の 初晶のサイ ズ量 | 外観 | | | | |
| | | | | | | A (固相率) ※3 | B (固相率) ※4 | | | | | | | | | |
| 1 | AC4CH | 625 | 有 | 622 | 10.0 | 595 | 10 | 530 | 60 | × | 420 | × | ○ | △ | 治具の温度が高い | |
| 2 | AC4CH | 950 | 有 | 30 | 5.2 | 590 | 20 | 535 | 60 | × | 500 | × | ○ | ○ | 鋳造温度が高い | |
| 3 | AC4CH | 630 | 有 | 30 | 0.1 | 585 | 10 | 500 | 60 | △ | 350 | △ | × | △ | 熱伝導率が小さい | |
| 4 | AC4CH | 630 | 有 | 30 | 6.1 | 610 | 2 | 605 | 9 | × | ※1 | ○ | ○ | ○ | 固相率が低い | |
| 5 | AC4CH | 630 | 有 | 30 | 3.2 | 450 | 35 | 500 | 60 | × | ※2 | ○ | × | × | 保持容器の温度が低い | |
| 6 | AC4CH | 630 | 有 | 30 | 20.0 | 625 | 0 | 560 | 60 | × | 320 | × | × | △ | 保持容器の温度が高い | |
| 7 | AC4CH | 630 | 無 | — | 15.0 | 585 | 10 | 530 | 60 | △ | 400 | × | ○ | △ | 冷却治具、微細化剤無し | |
| 8 | AC4CH+ 0.15%Ti+0.005%B | 630 | 無 | 30 | 1.3 | 585 | 10 | 550 | 60 | ○ | 135 | ○ | ○ | ○ | 冷却治具無し、 微細化剤有り | |
| 9 | AC4CH | 630 | 有 | 30 | 20.0 | 585 | 20 | 520 | 60 | ○ | 80 | ○ | ○ | ○ | | |
| 10 | AC4CH | 630 | 有 | 30 | 15.3 | 560 | 35 | 500 | 60 | ○ | 95 | ○ | ○ | ○ | | |
| 11 | AC4CH | 630 | 有 | 30 | 5.2 | 585 | 10 | 570 | 60 | ○ | 70 | ○ | ○ | ○ | 溶融塩使用 | |
| 12 | AZ91 | 640 | 有 | 30 | 6.1 | 590 | 30 | 500 | 60 | ○ | 60 | ○ | ○ | ○ | 振動(100Hz、振幅0.1mm) | |

※1 デンドライト状初晶
 ※2 球状の初晶 (デンドライト状初晶を含む)
 ※3 所定の固相率までの容器温度
 ※4 所定の固相率より後の容器温度
 ・AC4CH: Al-7.0%Si-0.35%Mg 融点 615℃
 ・AZ91: Mg-9.0%Al-0.7%Zn 融点 595℃
 ・外観: ○良, △並, ×悪い
 ・不定形初晶の量: ○少ない, ×多い
 ・偏析: ○少ない, ×多い ・共晶のサイズ: ○微細, ×粗い

比較例 1 では、溶湯 M を接触させる治具 20 の温度が高すぎるために結晶核の発生が少なく、このために微細な球状初晶が得られず、図 9 に示すように粗大な不定形の初晶しか得られない。比較例 2 では鑄造温度が高すぎるために、容器 30 内において残存する結晶核がほとんどないため、比較例 1 と同様な現象を示す。比較例 3 では容器素材の熱伝導率が小さく、溶湯 M が所定の固相率を示す温度までの保持時間が長くなり、能率が悪い。初晶サイズも大きく、成形品内部に成分偏析が発生する。比較例 4 では容器 30 内の半熔融金属の液相率が高いために、デンドライト状の初晶が多く発生し、また液相率が高いために成形品内部の成分偏析が多い。比較例 5 では容器 30 の温度が低すぎるために、容器 30 の内壁に生成したデンドライト状の凝固層が容器中心部の球状初晶に混在することになり、偏析を含む不均質な組織を示す。一方、比較例 6 は容器 30 の温度が高すぎるため、冷却板でできた結晶核がほとんど消滅し、デンドライトの初晶しか得られない。比較例 7 では治具 20 を使用しない場合であるが、微細化剤を含まない合金であるため、結晶核の発生が少なく、比較例 1 と同様な現象を示す。

【0022】

一方、本発明例 8 ～ 18 では、図 8 に示す様な $150\text{ }\mu\text{m}$ 以下の微細な球状の初晶を有する均質な組織が得られ、しかも良好な外観の成形体を得られる。

【0023】

【発明の効果】

以上説明したことから明らかなように、本発明に係る半熔融金属の成形方法では、

(1) 結晶核を有する液相線温度以上の液体状態の合金、または、結晶核を有する成形温度以上の固液共存状態の合金を、あるいは、

(2) 液相線温度に対して過熱度を 300°C 未満に保持された合金溶湯を該合金の融点よりも低い温度の治具の表面に接触させることにより結晶核を発生させて、微細かつ球状化した初晶を液中に発生させた該合金を、内部あるいは外部から加熱かつ冷却できる熱伝導率 (室温) が $1.0\text{ kcal/mhr}^{\circ}\text{C}$ 以上の容器に注湯し、成形に適した固相率を示す温度まで冷却する過程において、固相率が 40% 未満の所定の固相率までは該容器の温度を液相線温度以下 100°C 未満と

し（状態A）、該所定の固相率以上の固相率では該容器の温度を状態Aにおける最終温度より低くすることによって、該容器内部の該合金を速やか冷却し（状態B）、非デンドライト状の初晶を該合金液中に晶出させ、該合金を成形用金型に供給して加圧成形することにより、従来の機械攪拌法、電磁攪拌法によらず、簡便容易にかつ、低コストで微細かつ球状の組織を有する成形体を得られる。

また、液相線温度に対する過熱度は100℃未満に保持した結晶核の生成を促す元素を含むアルミニウム合金溶湯、マグネシウム合金溶湯を治具を使用せず直接に、容器の中に注ぎ、所定の固相率を示す成形温度まで冷却しつつ保持することにより、同様に、微細かつ球状化した初晶を発生させることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明に係る最大固溶限以上の組成の亜共晶アルミニウム合金の半熔融金属の成形方法を示す工程説明図である。

【図2】

本発明に係る最大固溶限内組成のマグネシウム合金あるいはアルミニウム合金の半熔融金属の成形方法を示す工程説明図である。

【図3】

本発明に係る球状初晶の生成から成形までの工程説明図である。

【図4】

図3に示した工程〔3〕および〔4〕における容器の温度変化および半熔融金属の固相率変化の模式図である。

【図5】

図3に示した各工程の金属組織模式図である。

【図6】

本発明に係る代表的なアルミニウム合金であるAl-Si系合金の平衡状態図である。

【図7】

本発明に係る代表的なマグネシウム合金であるMg-Al系合金の平衡状態図である。

【図 8】

本発明例の成形品の金属組織を示す顕微鏡写真の模写図である。

【図 9】

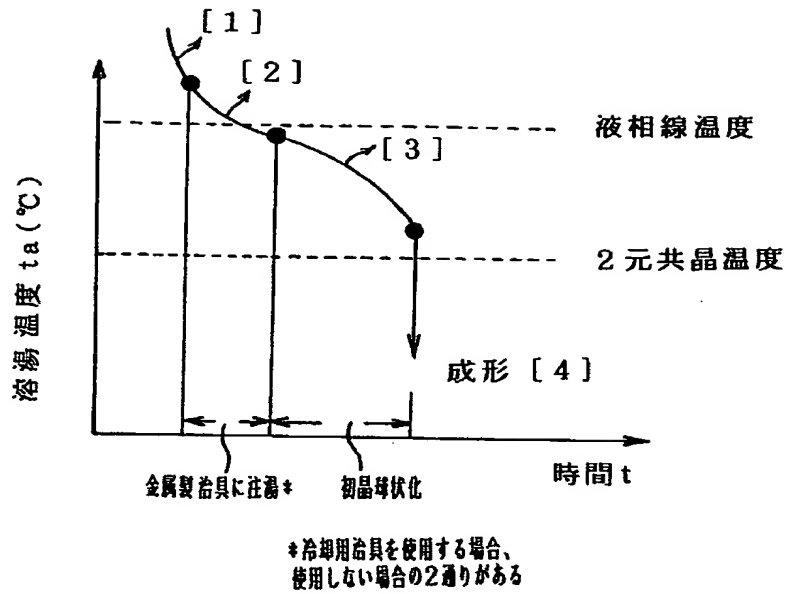
比較例の成形品の金属組織を示す顕微鏡写真の模写図である。

【符号の説明】

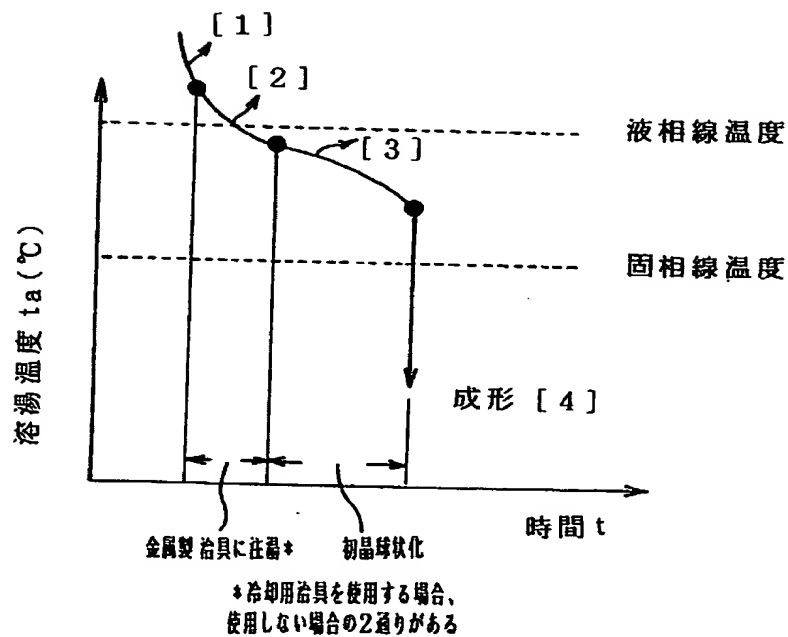
- 10 ラドル
- 20 治具（冷却用治具）
- 30 容器（断熱容器またはセラミック製容器）
- 40 ヒータ
- 50 保温カバー
- 60 搬送装置
- 70 射出スリーブ
- 80 金型
- 80a 金型キャビティ
- M 溶湯金属（合金）
- Ta 容器温度
- t 時間または温度
- ta 溶湯温度
- th 保持時間
- fs 固相率

【書類名】 図面

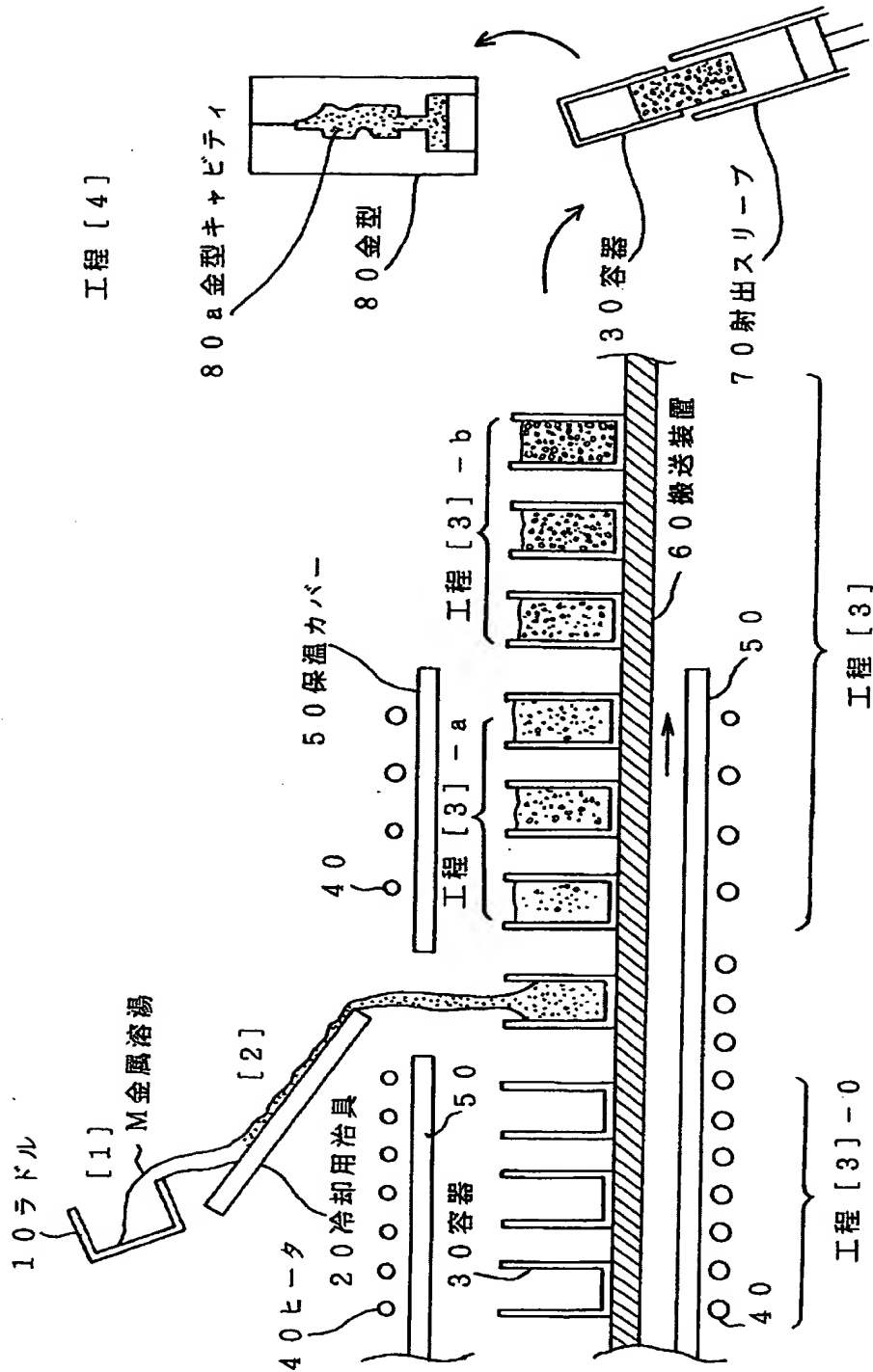
【図1】



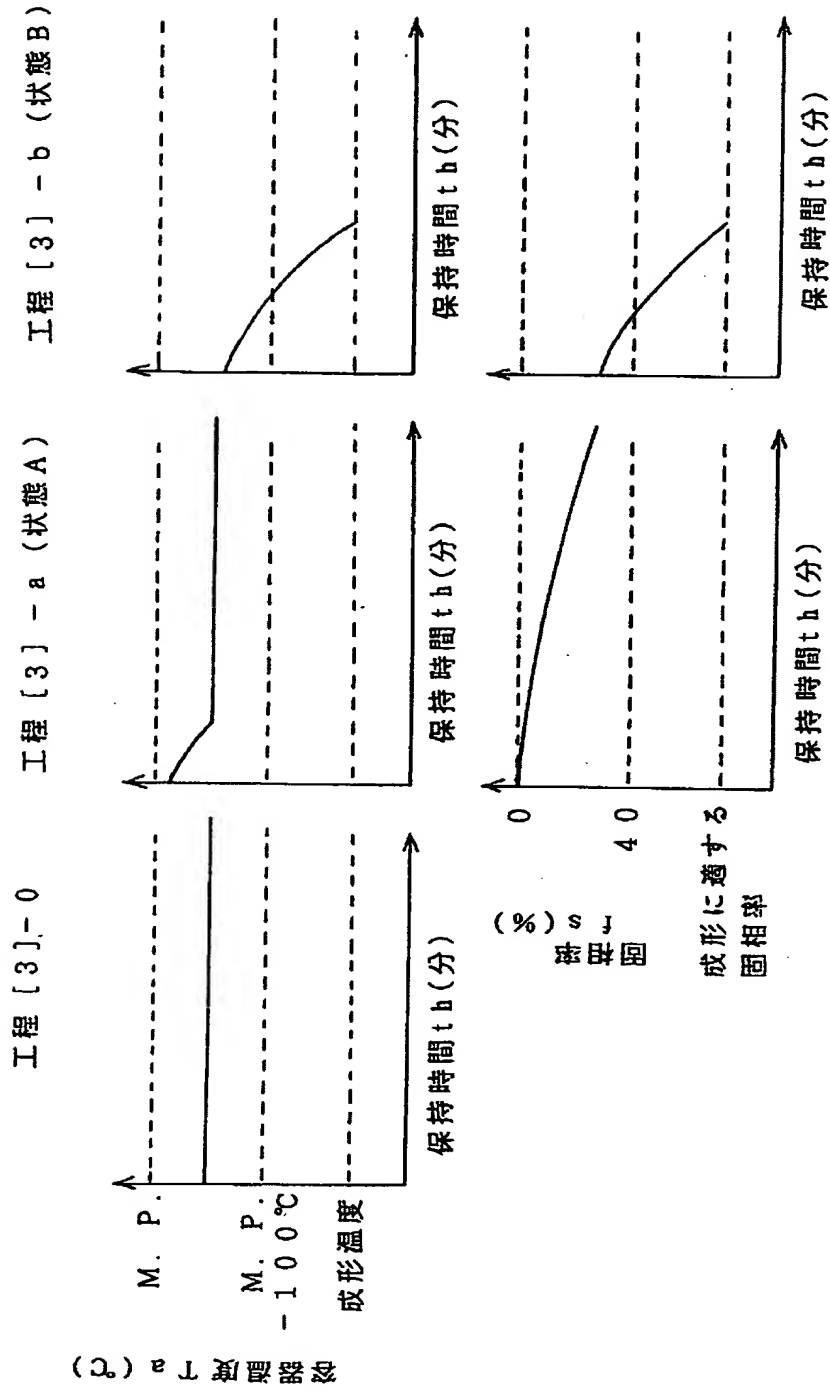
【図2】



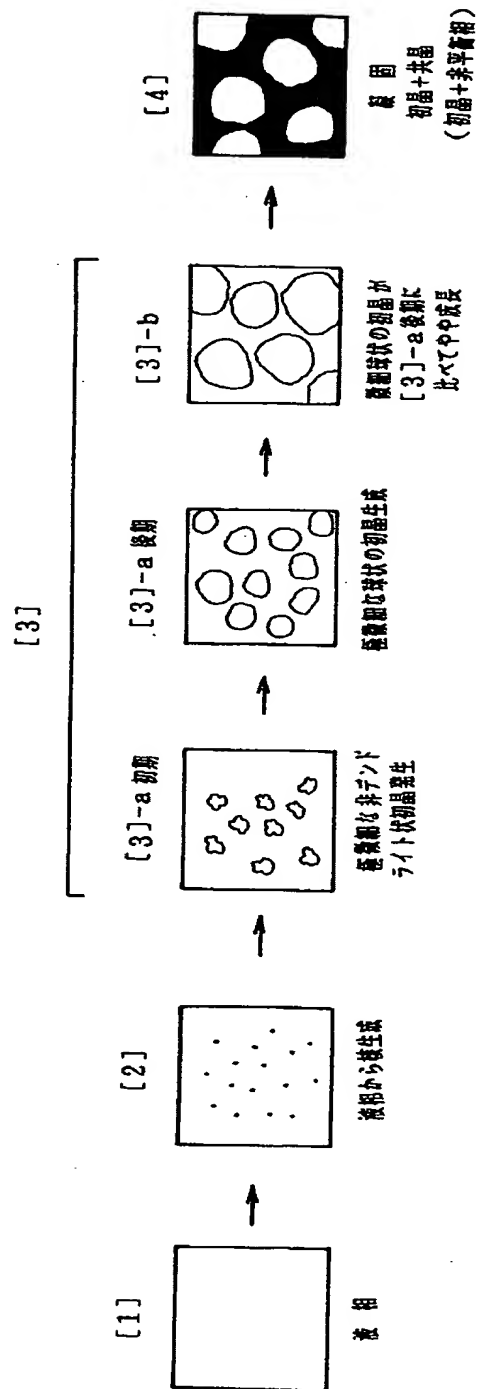
【図3】



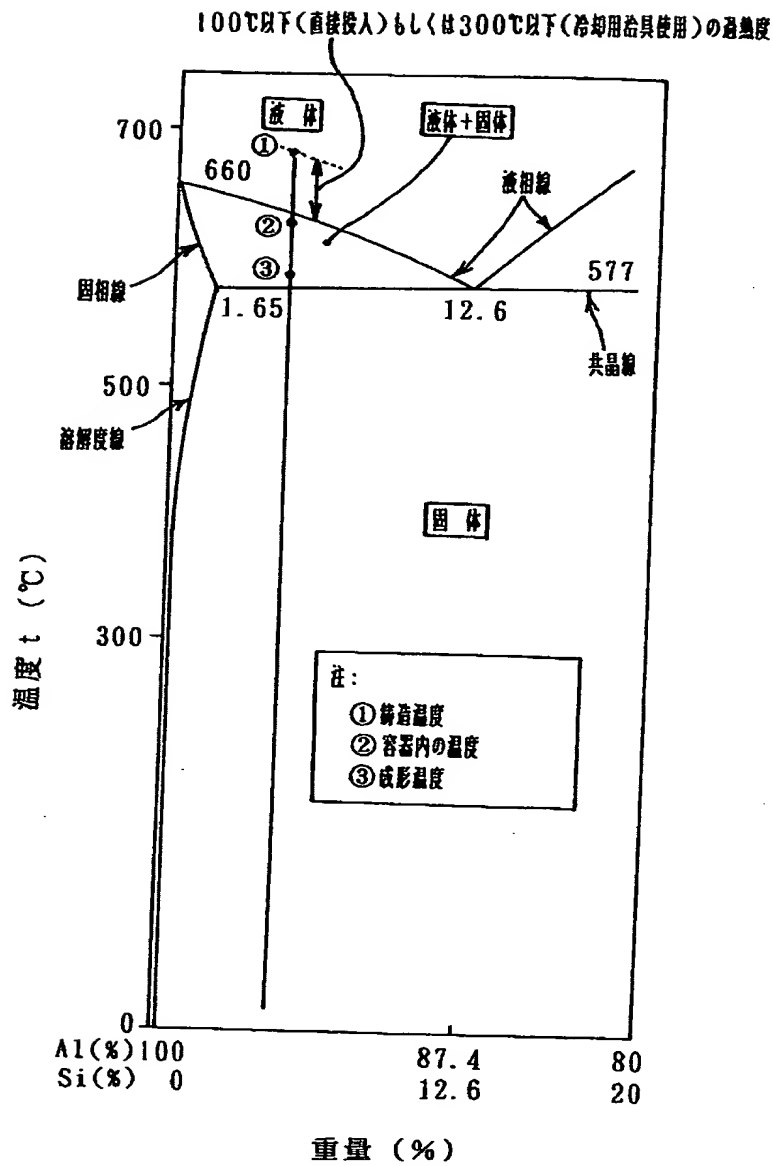
【図4】



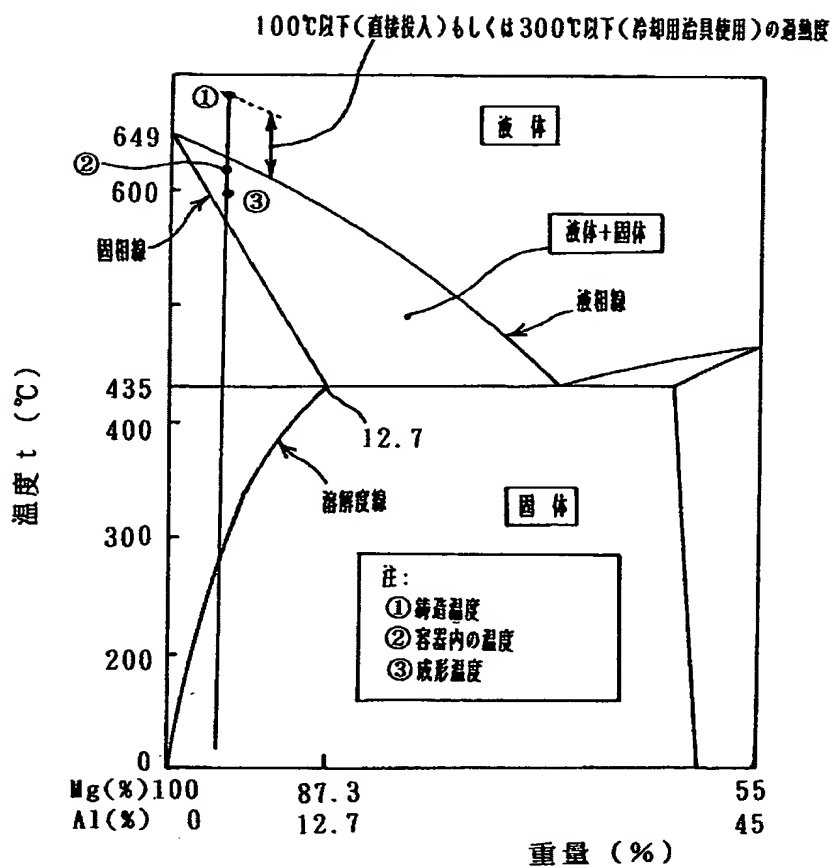
【図5】



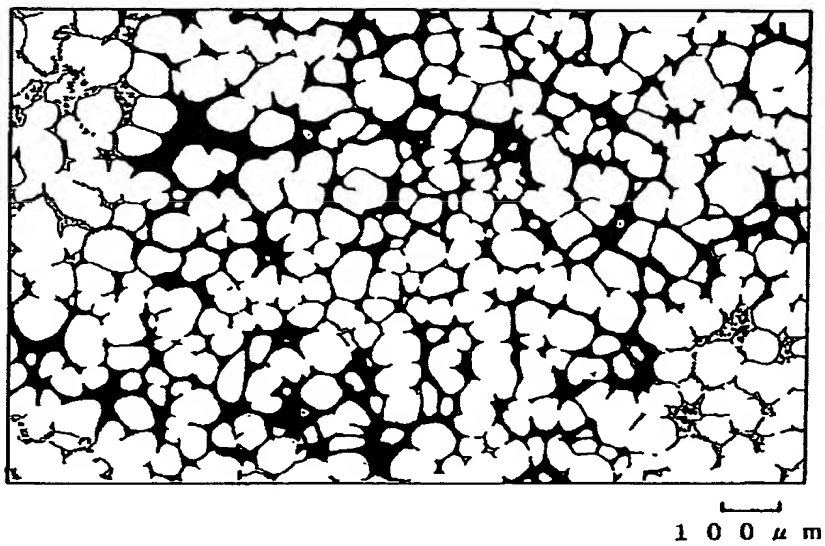
【図6】



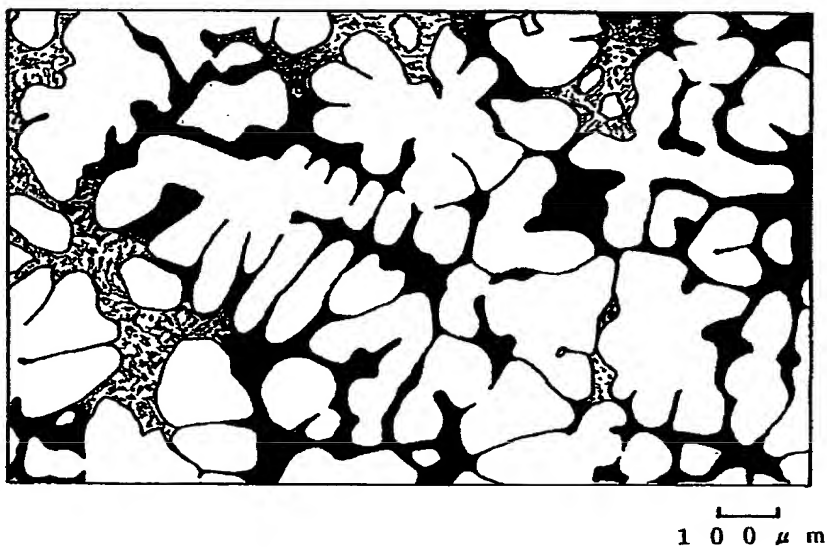
【図 7】



【図8】



【図9】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 従来の機械攪拌法や電磁攪拌法によらず、簡便容易に、かつ、低コストで微細かつ球状のチクソ組織を有する成形体を得られる半熔融金属の成形方法を提案するものである。

【解決手段】 結晶核を有する液相線温度以上の液体状態の合金、または結晶核を有する成形温度以上の固液共存状態の合金を、内部あるいは外部から加熱または冷却できる熱伝導率（室温）が $1.0 \text{ kcal/mhr}^\circ\text{C}$ 以上の容器に注湯し、成形に適した固相率を示す温度まで冷却する過程において、固相率が40%未満の所定の固相率までは該容器の温度を液相線温度以下 100°C 未満とし（状態A）、該所定の固相率以上の固相率では該容器の温度を状態Aにおける最終温度より低くすることによって、該容器内部の該合金を急速に冷却し（状態B）、非デンドライト状の微細な初晶を該合金液中に晶出させ、該合金を成形用金型に供給して加圧成形するようにした。

【選択図】 図3

【書類名】

職権訂正データ

【訂正書類】

特許願

<認定情報・付加情報>

【特許出願人】

申請人

【識別番号】

000000206

【住所又は居所】

山口県宇部市西本町1丁目12番32号

【氏名又は名称】

宇部興産株式会社

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000000206]

| | |
|----------|--------------------|
| 1. 変更年月日 | 1990年 8月28日 |
| [変更理由] | 新規登録 |
| 住 所 | 山口県宇部市西本町1丁目12番32号 |
| 氏 名 | 宇部興産株式会社 |